

# ПРЕДИКТОРЫ СОСТОЯНИЯ ОКСИГЕНИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЛЁГКИХ ПРИ НЕОСЛОЖНЁННЫХ ОПЕРАЦИЯХ С ИСКУССТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ

А. А. Романов

ФГУ НИИ трансплантологии и искусственных органов РосЗДРАВА, Москва

## Predictors of Pulmonary Oxygenizing Function during Uncomplicated Operations under Extracorporeal Circulation

A. A. Romanov

Research Institute of Transplantology and Artificial Organs, Russian Agency for Health Care, Moscow

**Цель исследования.** Выявить статистически значимые предикторы, влияющие на уровень индекса оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) в постперфузионный период при неосложненных операциях с искусственным кровообращением (ИК) по поводу ишемической болезни сердца (ИБС). **Материалы и методы.** Обследовали 78 больных в возрасте от 37 до 73 лет во время неосложненных операций с ИК, которым выполняли реваскуляризацию миокарда. Параметры ИВЛ и биомеханики лёгких регистрировали в режиме реального времени с помощью мониторинговой системы аппарата KION 6.х. или Servo-i. Оценивали влияние на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  демографических и клинических показателей: возраста, индекса массы тела (ИМТ), исходных  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и статической торако-пульмональной податливости (Cst), наличие предсуществующей хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ) и курение больных, длительность операции, ИК, ишемии миокарда, использование маммарно-коронарного анастомоза (МКА) и гемогидробаланс в конце операции. Для сравнительной оценки прогностического значения различных показателей на снижение  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  применили однофакторный регрессионный анализ с расчетом коэффициентов парной линейной корреляции ( $r$ ) и множественную линейную регрессию. **Результаты.** Проведённый однофакторный регрессионный анализ показал, что достоверными предикторами НОФЛ являлись: ИМТ ( $p=0,008$ ), уровень  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $p<0,001$ ) и Cst ( $p<0,001$ ) после интубации трахеи. При выполнении множественной линейной регрессии, оценивающей влияние пред- и интраоперационных факторов на величину  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  значимыми явились ИМТ ( $p=0,012$ ), использование МКА ( $p=0,006$ ) и длительность ИК ( $p=0,044$ ). Выявлена достоверная корреляционная зависимость между увеличением длительности ИК и уровнем  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $r=-0,87$ ,  $p=0,00045$ ) при ИК свыше 130 мин. **Заключение.** Статистически достоверными предикторами уровня постперфузионного  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  при неосложненных операциях с ИК по поводу ИБС являются, прежде всего состояние дыхательной системы (значения  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и Cst непосредственно после интубации трахеи), ИМТ, длительность ИК свыше 130 мин, а также использования МКА. **Ключевые слова:** индекс оксигенации, индекс массы тела, искусственное кровообращение, предикторы, кардиохирургические больные.

**Objective:** to reveal the statistically significant predictors affecting the oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) in the post-perfusion period during uncomplicated operations under extracorporeal circulation (EC). **Subjects and methods.** Seventy-eight patients aged 37 to 73 years in whom myocardial revascularization was made during uncomplicated operations under EC were examined. The parameters of artificial ventilation (AV) and lung biomechanics were recorded in real time on a KION 6.h. or a Servo-i monitoring system. Demographic and clinical indices, such as age, body mass index (BMI), baseline  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , and statistical thoracopulmonary compliance (Cst), a history of chronic obstructive pulmonary diseases, smoking, operation duration, EC, myocardial ischemia, mammary coronary anastomosis (MCA), and blood hydrobalance at the end of an operation, were assessed for impact on  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . Univariate regression analysis calculating the pair linear correlation coefficient ( $r$ ) and multiple linear regression were made to comparatively assess the predictive values of different indices in decreasing  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . **Results.** Univariate regression analysis indicated that the significant predictors of uncomplicated pulmonary oxygenizing function were BMI ( $p=0,008$ ),  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $p<0,001$ ), and Cst ( $p<0,001$ ) after tracheal intubation. Multiple linear regression evaluating the influence of pre- and intraoperative factors on  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  showed that the significant predictors were BMI ( $p=0,012$ ), MCA ( $p=0,006$ ), and EC duration ( $p=0,044$ ). A significant correlation was found between the duration of EC and the level of  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $r=-0,87$ ;  $p=0,00045$ ) under more than 130-min EC. **Conclusion.** During uncomplicated operations under EC for coronary heart disease, the statistically significant predictors of postperfusion  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  are mainly the state of the respiratory system (the values of  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  and Cst just after tracheal intubation), BMI, more than 130-min EC, and MCA. **Key words:** oxygenation index, body mass index, extracorporeal circulation, predictors, cardiosurgical patients.

**Значимость влияния различных показателей на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$   
(однофакторный регрессионный анализ)**

Показатель	<i>r</i>	<i>p</i>
Возраст (лет)	0,14	0,230
Курение-ХОБЛ (1/0)	-0,05	0,683
ИМТ ( $\text{кг}/\text{м}^2$ )	-0,30	0,008
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ после интубации	0,57	<0,001
Cst (мл/см вод. ст.)	0,64	<0,001
Длительность ИК (мин)	0,15	0,193
Длительность ишемии миокарда (мин)	0,11	0,333
Длительность операции (мин)	0,12	0,278
Использование МКА (1/0)	0,13	0,228
Гемогидробаланс (мл)	0,07	0,535

Послеоперационная дыхательная недостаточность (ДН) является одним из распространенных осложнений при операциях с искусственным кровообращением (ИК) [1–3]. Нарушение оксигенирующей функции лёгких (НОФЛ), одно из самых ранних проявлений ДН, регистрируют в достаточно большом проценте наблюдений [2, 4, 5]. Не вызывает сомнений, что НОФЛ является полиэтиологичным состоянием [3, 6–8]. Клиническая значимость различных этиологических факторов, особенно при неосложнённых операциях, в зарубежной литературе активно дискутируется [8], при этом изучают статистическую значимость влияния разнообразных предоперационных и интраоперационных факторов. В отечественной литературе подобные исследования единичны [3].

В связи с этим, целью исследования было выявление статистически значимых факторов, влияющих на уровень индекса оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) в постперфузионный период при неосложнённых операциях с ИК по поводу ишемической болезни сердца (ИБС).

## Материалы и методы

Обследовали 78 больных (74 мужчины и 4 женщины) в возрасте от 37 до 73 ( $56,3 \pm 0,8$ ) лет, которым выполняли реваскуляризацию миокарда (шунтирование 1–5 ( $3,45 \pm 0,1$ ) коронарных артерий). В 65 (82,3%) наблюдениях выполняли наложение маммарокоронарного анастомоза (МКА) с передней межжелудочковой ветвью. Всех больных оперировали в условиях многокомпонентной общей анестезии с ИВЛ (аппараты KION 6.x. или Servo-i, Maquet). Параметры ИВЛ (дыхательный объём (ДО), уровень положительного давления в конце выхода и биомеханики лёгких регистрировали в режиме реального времени с помощью мониторинговой системы аппарата KION 6.x. или Servo-i, дополненной газоанализатором RGM 5052 (Ohmeda). Индукцию и поддержание общей анестезии обеспечивали различными комбинациями фентанила, мидазолама, пропофола, изофлурана или севофлурана. Миорелаксацию обеспечивали рокурнием или векурнием в общепринятых дозировках. Длительность операции составила  $236,1 \pm 6,8$  мин, ИК —  $104,1 \pm 4,0$  мин, ишемии миокарда —  $64,7 \pm 2,9$  мин. ИК проводили аппаратами Stockert или Jostra с однократными мембранными оксигенаторами (Dideco, AVECOR) при индексе объёмной скорости перфузии  $2,4–2,5$  л/мин/м<sup>2</sup> в температурном режиме спонтанного охлаждения или умеренной гипотермии ( $31–33^\circ\text{C}$ ). Для защиты миокарда использовали кровяную фармакохолодовую кардиоплегию. В ближайший постперфузионный период все пациенты получали умеренную симпатомиметическую кардиотоническую терапию. Стандартный гемодинамический мониторинг обеспечивали с помощью модульных систем Agilent (Philips).

У всех больных изучили влияние на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  в постперфузионный период демографических и клинических показателей. Анализировали возраст, индекс массы тела (ИМТ), определяемый по формуле Кетле ( $\text{масса тела}(\text{кг})/\text{рост}(\text{м})^2$ ),

значения  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и статической торакопульмональной податливости (Cst) непосредственно после интубации трахеи, наличие предсуществующей хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ) и курение больных, длительность оперативного вмешательства, ИК, ишемии миокарда, использование МКА и гемогидробаланс в конце операции.

Анализ данных проводили методами параметрической статистики с помощью коммерческой программы Microsoft Excel. Для сравнительной оценки значимости влияния различных показателей на уровень  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  применили однофакторный регрессионный анализ с расчетом коэффициентов парной линейной корреляции (*r*) и множественный регрессионный анализ. При выполнении последнего в виде независимых переменных ( $X_1, X_2, \dots$ ) выражали показатели, потенциально способные влиять на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , а в качестве зависимой (*Y*) — значения  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . Влияние независимых переменных (*X*) на зависимую *Y* считали достоверным при значениях вероятности более 95% ( $p < 0,05$ ).

## Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования выполнили однофакторный регрессионный анализ, который показал (табл. 1), что достоверными предикторами состояния оксигенирующей функции лёгких в постперфузионный период являлись ИМТ, уровень  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и Cst после интубации трахеи. Наиболее выраженная корреляционная взаимосвязь была выявлена между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и уровнями  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и Cst сразу после интубации трахеи (рис. 1 и 2). Достоверного влияния других факторов выявлено не было.

Поэтому, на втором этапе исследования с помощью множественной регрессии проанализировали значимость влияний на постперфузионный  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  различных групп факторов, которые были разделены на пред- и интраоперационные. При выполнении этого раздела исследования в отношении предоперационных данных (табл. 2) подтвердилась значимость влияния ИМТ. Проанализировав интраоперационные факторы (табл. 3), установили, что значимыми предикторами являются выполнение МКА и длительность ИК.

Представило интерес, что в общей группе между длительностью ИК и значениями  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  корреляционная связь отсутствовала, соотношение показателей характеризовалось явной нелинейностью (рис. 3). При длительности ИК свыше 130 мин продолжительность перфузии начинала оказывать линейное влияние на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (рис. 4):  $r = -0,87$  ( $p = 0,00045$ ). Если длительность ИК была менее 130 мин (рис. 5) корреляционная связь отсутствовала.

Значимыми предикторами уровня  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  в постперфузионный период явились ИМТ, длительность ИК, использования МКА, причём самыми достоверными ( $p < 0,001$ ) было исходное состояние дыхательной системы. На биомеханику дыхания и газообмен у кардиохирургических пациентов серьезное

Таблица 2

Значимость влияния различных предоперационных факторов на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$   
(многофакторный регрессионный анализ)

Показатель	<i>r</i>	<i>p</i>
Возраст (лет)	0,14	0,457
Курение-ХОБЛ (1/0)	-0,05	0,600
ИМТ ( $\text{кг}/\text{м}^2$ )	-0,30	0,012

Таблица 3

Значимость влияния различных интраоперационных факторов на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$   
(многофакторный регрессионный анализ)

Показатель	<i>r</i>	<i>p</i>
Длительность ИК (мин)	0,15	0,044
Длительность ишемии миокарда (мин)	0,11	0,222
Длительность операции (мин)	0,12	0,909
Использование МКА (1/0)	0,13	0,006
Гемогидробаланс (мл)	0,07	0,510

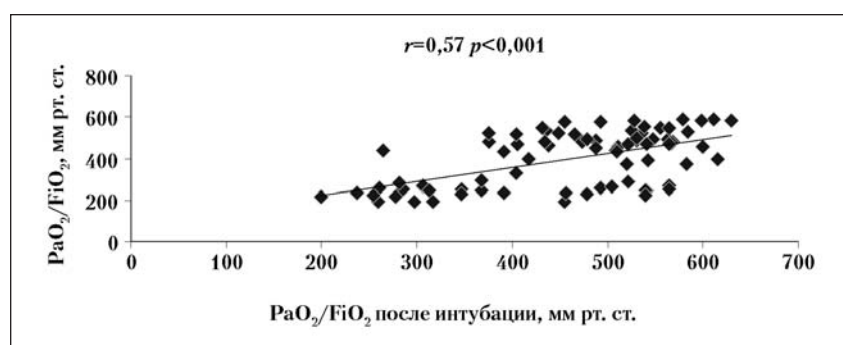


Рис. 1. Взаимосвязь между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и уровнем  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  после интубации трахеи ( $r=0,57$ ;  $p<0,001$ ).

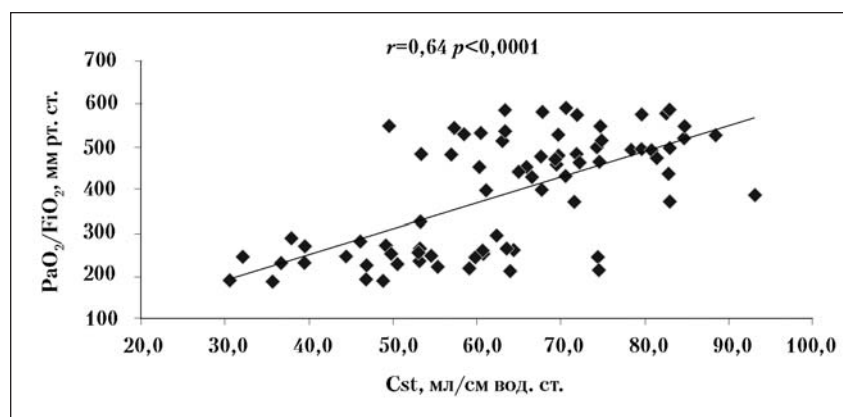


Рис. 2. Взаимосвязь между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и уровнем Cst после интубации трахеи ( $r=0,64$ ;  $p<0,001$ ).

влияние оказывает предсуществующая миокардиальная патология [9]. У больных ИБС снижается жизненная емкость легких, уменьшается ДО, компенсаторно повышается частота дыхания, что приводит к увеличению работы дыхания [10]. Оценивая предикторы развития гипоксемии в первые сутки после кардиохирургической операции, Weiss Y. G. с соавт. [1] отметили, что существенным фактором риска было снижение сердечной функции, что часто сочеталось с предшествующим инфарктом миокарда. Только снижение фракции изгнания левого желудочка явилось достоверным предиктором ранних НОФЛ в ходе многофакторного регрессионного анализа про-

ведённого Spivack S. D. с соавт. [7]. Статистически значимым оказалось влияние состояния миокарда на время, которое разделяло конец операции и экстубацию трахеи [11].

Отмечено, что многие кардиохирургические больные находятся в состоянии гиподинамии из-за вынужденной необходимости снижения физических нагрузок для уменьшения проявлений ИБС. У больных с нестабильной стенокардией проводится инфузия нитратов и/или кардиотоников, что требует соблюдения постельного режима. У таких больных вентиляционно-перфузионные соотношения нарушаются еще до операции, что приводит к дооперационным НОФЛ [8]. Это подчеркивает важность детальной оценки предоперационного состояния дыхательной системы и целесообразность внедрения специальных методов респираторной подготовки [12, 13].

Несомненно, важным фактором риска НОФЛ является избыточная масса тела [1, 3, 8]. Для пациентов с высоким ИМТ характерны повышенная потребность в кислороде, повышенное образование углекислого газа, повышенная минутная вентиляция, сниженная эластичность грудной клетки в сочетании со сниженными объемами легких. Все эти факторы способствуют развитию артериальной гипоксемии. Обследовав 3122 пациента Rady M. Y. и соавт. [14] выявили достоверную взаимосвязь между ИМТ  $\geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$  и ранней легочной дисфункцией у пациентов после ИК. Также отмечено, что тучные пациенты (ИМТ  $\geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$ ) требуют проведение кислородной терапии в послеоперационный период более длительное время [15].

Одним из важных факторов, определяющих степень повреждения легких во время кардиохирургических операций, что подтвердило и наше исследование, является длительность ИК. Имеются достоверные данные, что перфузия продолжительностью более 150 мин может привести к развитию достаточно выраженного системного воспалительного ответа, кото-

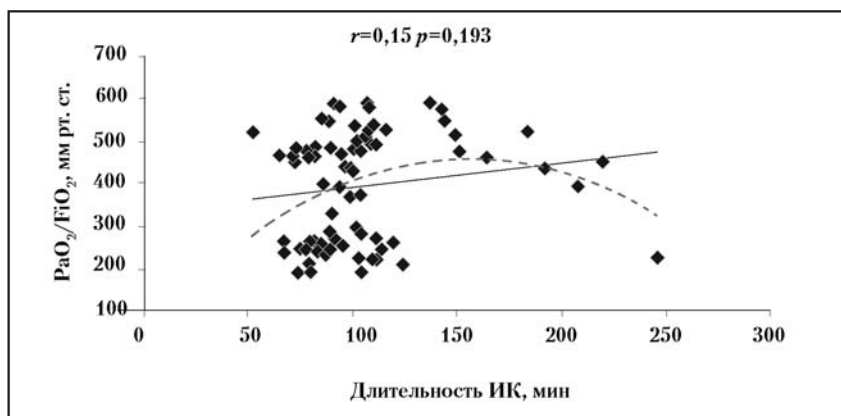


Рис. 3. Взаимосвязь между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и длительностью ИК ( $r=0,15$ ;  $p=0,193$ ).

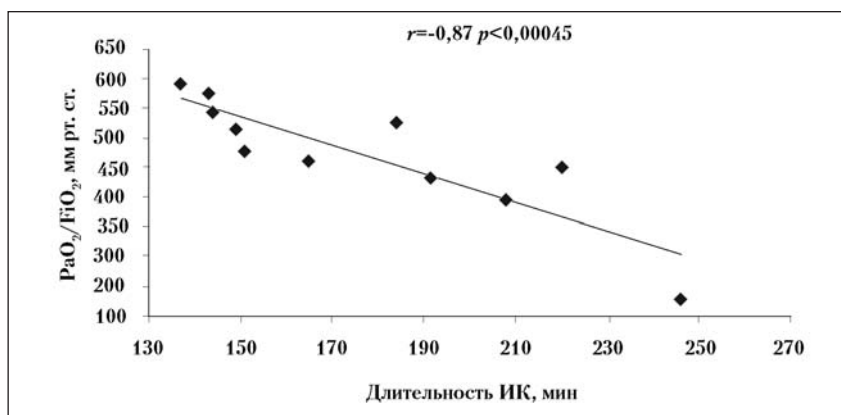


Рис. 4. Взаимосвязь между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и длительностью ИК свыше 130 мин ( $r=-0,87$ ;  $p=0,00045$ ).

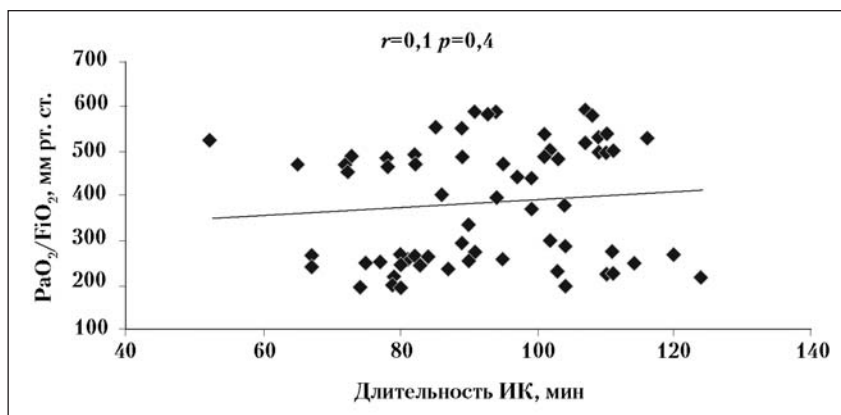


Рис. 5. Взаимосвязь между постперфузионным  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и длительностью ИК до 130 мин ( $r=0,1$ ;  $p=0,4$ ).

рый в конечном итоге становится причиной острого повреждения лёгких и острого респираторного дистресс-синдрома [16]. Выполняя последовательно однофакторный и многофакторный анализ, направленный на выявление предикторов гипоксемии, Weiss Y. G. и соавт. [1] также отметили значимость увеличения продолжительности ИК. Установлено, что это фактор риска раннего начала серьезной легочной дисфункции [14], являющийся причиной отказа от ранней экстубации трахеи [17].

Выделение внутренней грудной артерии (ВГА) имеет существенный неблагоприятный эффект на послеоперационную функцию лёгких [18–20]. У пациентов, которым выполняли выделение ВГА, в послеоперационный период от-

мечали достоверно меньшую функциональную остаточную ёмкость и снижение экспираторной ёмкости лёгких [21]. Снижение показателей функции внешнего дыхания в послеоперационный период при использовании ВГА часто связывают с плевротомией [22]. При повреждении плевры и выделении ВГА возможно образование ателектазов, чаще локализующихся в средней доле легкого [23]. Отсутствие повреждения плевры значительно уменьшает процент осложнений [24].

Возраст также является одним из широко обсуждаемых предикторов снижения  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  в ходе оперативного вмешательства [3, 25]. При многофакторном анализе установлено, что у пожилых пациентов послеоперационная оксигенирующая функция легких, главным образом, зависит от дооперационного состояния дыхательной системы [2]. В нашем исследовании возраст пациентов не явился достоверным предиктором уровня постперфузионного  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . Возможно, причиной этого послужило то, что средний возраст больных не превышал 60 лет. Данный факт соотносится с данными, полученными рядом зарубежных авторов. Обследовав около 900 пациентов Bezanson J. с соавт. [26] продемонстрировали, что возраст старше 60 лет является одним из факторов, определяющих возможность ранней активизации пациентов. По данным Wahl G. с соавт. [27], значимым фактором риска развития дыхательных осложнений у кардиохирургических больных является возраст старше 70 лет.

В нашем исследовании предсуществующая легочная патология и курение не явились предикторами уровня постперфузионного  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . По данным других авторов, эти особенности исходного состояния больных, несомненно, оказывают влияние на развитие послеоперационных дыхательных осложнений [3, 6, 28, 29]. По данным Samuels L. и соавт. [30], среди больных с ХОБЛ у 12% в постперфузионном периоде регистрировали значимые нарушения оксигенации.

Гемогидробаланс не оказал влияние на  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  после ИК, хотя по данным ряда отечественных и зарубежных исследований, нарушения газообмена у кардиохирургических больных могут быть обусловлены интерстициальным отеком легкого [31, 32] в условиях значимой гемодилюции [3,5]. В настоящее время значительное снижение значимости интерстициального отека легких, как ведущей причины артериальной гипоксемии во время и после операций с ИК [33, 34], по-видимому, связано с совершенствованием методик собственно экстракорпоральной перфузии, анестезиологической тактики и интраоперационной ИВЛ.



## Заключение

Таким образом, статистически достоверными предикторами уровня постперфузионного  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  при неосложненным операциях с ИК по поводу ИБС являются, прежде всего состояние дыхательной системы в начале анестезиологического пособия (значения  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  и Cst непосредственно после интубации трахеи), ИМТ, длительность ИК и ис-

пользование МКА. При длительности ИК более 130 мин проявляется тесная обратная корреляционная связь между продолжительностью перфузии и уровнем  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ . Высокая значимость влияния состояния оксигенирующей функции легких в начале пособия на постперфузионную оксигенацию подчеркивает особую значимость детальной оценки исходной функции легких и целесообразность внедрения специальных методов респираторной подготовки.

## Литература

1. Weiss Y. G., Merlin G., Koganov E. et al. Postcardiopulmonary bypass hypoxemia: a prospective study on incidence, risk factors, and clinical significance. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2000; 14 (5): 506–513.
2. Yamagishi T., Ishikawa S., Ohtaki A. et al. Postoperative oxygenation following coronary artery bypass grafting. A multi-variate analysis of perioperative factors. *J. Cardiovasc. Surg.* 2000; 41 (2): 221–225.
3. Деметьева И. И., Чарная М. А., Морозов Ю. А. и др. Факторы риска развития дыхательной недостаточности после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения. *Вестн. интенс. терапии* 2004; 3: 41–43.
4. Бунятян А. А., Трекова Н. А., Ензон Г. В. и др. Нарушение оксигенирующей функции лёгких во время операций на открытом сердце. *Вестник АМН СССР* 1990; 12: 8–12.
5. Мецераков А. В., Деметьева И. И., Соловова Л. Е., Ганиева Д. У. Артериальная гипоксемия при операциях на сердце в условиях искусственного кровообращения. *Вестн. АМН СССР* 1997; 5: 36–39.
6. Higgins T. L., Yared J. P., Parani L. et al. Risk factors for respiratory complications after cardiac surgery. *Anesthesiology* 1991; 75 (3): A258.
7. Spivack S. D., Shinzaki T., Albertini J. J., Deane R. Preoperative predictions of postoperative respiratory outcome: coronary artery bypass grafting. *Chest* 1996; 109 (5): 1222–1230.
8. Wynne R., Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adult after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am. J. Crit. Care* 2004; 13 (5): 384–393.
9. Gould F. K., Freeman R., Broen M. A. Respiratory complications following cardiac surgery. *Anaesthesia* 1985; 40 (11): 1061–1064.
10. Johnson B. D., Beck K. C., Olson L. J. et al. Pulmonary function in patients with reduced left ventricular function. *Chest* 2001; 120 (6): 1869–1876.
11. Walthall H., Robson D., Ray S. Do any preoperative variables affect extubation time after coronary artery bypass graft surgery? *Heart Lung* 2001; 30 (3): 216–224.
12. Козлов И. А., Баланчук А. Е., Кричевский Л. А. Побудительная спирография как мера подготовки системы дыхания к искусственной вентиляции лёгких. *Вестн. интенс. терапии* 2005; 2: 60–63.
13. Козлов И. А., Хубутия М. Ш., Баланчук А. Е. и др. Побудительная спирография как мера профилактики легочных осложнений при операциях с искусственным кровообращением. *Вестн. трансплантологии и искусственных органов* 2004; 4: 29–34.
14. Rady M. Y., Ryan T., Starr N. J. Early onset of acute pulmonary dysfunction after cardiovascular surgery: risk factors and clinical outcome. *Crit. Care Med.* 1997; 25 (11): 1831–1839.
15. Kabon B., Nagele A., Reddy D. et al. Obesity decreases perioperative tissue oxygenation. *Anesthesiology* 2004; 100 (2): 274–280.
16. Asimakopoulos G., Smith P. L. C., Ratnatunga C. P., Taylor K. M. Lung injury and acute respiratory distress syndrome after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 1999; 68 (3): 1107–1115.
17. Rady M. Y., Ryan T. Perioperative predictors of extubation failure and the effect on clinical outcome after cardiac surgery. *Crit. Care Med.* 1999; 27 (2): 340–347.
18. Berrizbeitia L. D., Tessler S., Jacobowitz I. J. et al. Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics: comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts. *Chest* 1989; 96 (4): 873–876.
19. Daganou M., Dimopoulou I., Michalopoulos N. Respiratory complications after coronary artery bypass surgery with unilateral or bilateral internal mammary artery grafting. *Chest* 1998; 113 (5): 1285–1289.
20. Landymore R. W., Howell F. Pulmonary complications following myocardial revascularization with the internal mammary artery graft. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1990; 4 (3): 156–161.
21. Shapira N., Zabatin S. M., Ahmed S. et al. Determinants of pulmonary function in patients undergoing coronary bypass operations. *Ann. Thorac. Surg.* 1990; 50 (2): 268–273.
22. Rolla G., Fogliati P., Bucca C. et al. Effect of pleurotomy on pulmonary function after coronary artery bypass grafting with internal mammary artery. *Respir. Med.* 1994; 88 (6): 417–420.
23. Kollet M. H., Peller T., Knodel A., Cragun W. H. Delayed pleuropulmonary complications following coronary artery revascularization with the internal mammary artery. *Chest* 1988; 94 (1): 68–71.
24. Bonacchi M., Prifti E., Giunti G. et al. Respiratory dysfunction after coronary artery bypass grafting employing bilateral internal mammary arteries: the influence of intact pleura. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2001; 19 (6): 827–833.
25. Gunnarsson L., Tokics L., Gustavsson H., Hedenstierna G. Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *Br. J. Anaesth.* 1991; 66 (4): 423–432.
26. Bezanon J., Deaton C., Craver J. et al. Predictors and outcomes associated with early extubation in older adults undergoing coronary artery bypass surgery. *Am. J. Crit. Care* 2001; 10 (6): 383–390.
27. Wahl G. W., Swinburne A. J., Fedullo A. J. et al. Effect of age and preoperative airway obstruction on lung function after coronary artery bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* 1993; 56 (1): 104–107.
28. Jin F., Chung F. Minimizing perioperative adverse events in the elderly. *Br. J. Anaesth.* 2001; 87 (4): 608–624.
29. Roques F., Nashef S. A., Michel P. et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroScore multinational database of 19030 patients. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1999; 15 (6): 816–823.
30. Samuels L. E., Kaufman M. S., Morris R. J. et al. Coronary artery bypass grafting in patients with COPD. *Chest* 1998; 113 (4): 878–882.
31. Byrick R. J., Kay J. C., Noble W. H. Extravascular lung water accumulation in patients following coronary artery surgery. *Can. Anaesth.* 1977; 24 (3): 332–345.
32. Gilbert T. B., Barnas G. M., Sequeira A. J. Impact of pleurotomy, continuous positive airway pressure and fluid balance during cardiopulmonary bypass on lung mechanics and oxygenation. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 1996; 10 (7): 844–849.
33. Козлов И. А., Кричевский Л. А. Модифицированная транспульмональная термодилуция в кардиоанестезиологии и интенсивной терапии. *Вестн. интенс. терапии* 2004; 3: 36–40.
34. Кричевский Л. А., Баланчук А. Е., Козлов И. А. Внесосудистая вода и оксигенирующая функция лёгких при операциях с искусственным кровообращением. *Вестн. трансплантологии и искусственных органов* 2004; 2: 24–28.

Поступила 16.07.07